

**Verfahren zum Steuern und/oder Regeln eines Schweißprozesses und  
Schweißgerät zur Durchführung eines Schweißprozesses**

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Steuern und/oder Regeln eines Schweißprozesses bzw. einer Schweißstromquelle mit einer abschmelzenden Elektrode, bei dem nach dem Zünden eines Lichtbogens ein aus mehreren unterschiedlichen Schweißparametern eingestellter Schweißprozess, der von einer Steuervorrichtung gesteuert bzw. geregelt wird, von einer Schweißstromquelle durchgeführt wird.

Die Erfindung betrifft weiters ein Schweißgerät mit einer Schweißstromquelle, einer Steuervorrichtung und einem Schweißbrenner, bei dem über eine Ein- und/oder Ausgabevorrichtung am Schweißgerät oder über einen Fernregler die unterschiedlichen Schweißparameter einstellbar sind.

Bei den bekannten Schweißverfahren können über eine Ein- und/oder Ausgabevorrichtung am Schweißgerät sämtliche Parameter eingestellt werden. Dabei wird ein entsprechender Schweißprozess, wie beispielsweise ein Puls-Schweißprozess oder ein Sprühlichtbogen-Schweißprozess oder Kurzlichtbogen-Schweißprozess, ausgewählt und es werden die Parameter entsprechend eingestellt. Zusätzlich ist es oftmals möglich, dass noch ein entsprechender Zündprozess zum Zünden des Lichtbogens ausgewählt werden kann. Wird dann der Schweißvorgang gestartet, so wird nach Zündung des Lichtbogens mit dem eingestellten Zündprozess der eingestellte Schweißprozess, beispielsweise ein Puls-Schweißprozess, durchgeführt. Hierbei ist es möglich, dass während des Schweißvorganges die unterschiedlichen Parameter, wie beispielsweise der Schweißstrom, die Drahtvorschubgeschwindigkeit usw., für diesen ausgewählten Schweißprozess verändert werden. Eine Umschaltung auf einen anderen Schweißprozess, beispielsweise auf einen Sprühlichtbogen-Schweißprozess, ist jedoch nicht möglich. In diesem Fall muss der gerade durchgeführte Schweißprozess, beispielsweise der Puls-Schweißprozess, unterbrochen und durch entsprechende neue Auswahl bzw. Einstellung am Schweißgerät ein anderer Schweißprozess, beispielsweise ein Sprühlichtbogen-Schweißprozess eingeleitet werden.

Die US 2002/153363 A1 betrifft ein Schweißverfahren mit dem auch extrem schmale Schweißspalte optimal überbrückt werden können und eine gute Schweißqualität erreicht werden kann. Zu diesem Zweck wird die Schmelzrate des Schweißdrahtes in Bezug auf die Fördergeschwindigkeit verändert, wodurch die Wärmeverteilung des Lichtbogens geregelt werden kann. Dies erfolgt in herkömmlicher Art und Weise durch Veränderung von Schweißparametern, wie dem Schweißstrom oder der Drahtfördergeschwindigkeit.

Die US 6 515 259 B1 ist auf ein Schweißverfahren für Aluminium gerichtet, bei dem über Schweißparameter, wie Pulsform, Pulsbreite oder Anstiegsrampe des Schweißstromes, die Wärme des Lichtbogens kontrolliert wird. Dadurch wird die Schweißqualität beim Aluminiumschweißen verbessert.

Schließlich zeigt die JP 04 197579 A ein Schweißverfahren, bei dem in der Startphase vor dem Erzeugen des Lichtbogens eine Vorheizung des Materials über einen Strom durch den Schweißdraht erfolgt. Das beschriebene Verfahren betrifft lediglich die Startphase des Schweißprozesses.

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht in der Schaffung eines oben genannten Verfahrens zum Steuern und/oder Regeln eines Schweißprozesses bzw. einer Schweißstromquelle, bei dem der Wärmehaushalt zum Einbringen von Wärme in das Werkstück eingestellt und/oder geregelt bzw. gesteuert werden kann.

Eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht in der Schaffung eines oben genannten Schweißgeräts, mit dem der Wärmehaushalt zum Einbringen von Wärme in das Werkstück eingestellt und/oder geregelt bzw. gesteuert werden kann.

Die erste erfindungsgemäße Aufgabe wird dadurch gelöst, dass während des Schweißprozesses mindestens zwei unterschiedliche Schweißprozessphasen mit unterschiedlicher Energieeinbringung durch unterschiedliche Werkstoffübergänge und/oder Lichtbogenarten zur Beeinflussung bzw. Steuerung des Wärmehaushalts, insbesondere der Wärmeeinbringung, in das zu bearbeitende Werkstück zyklisch kombiniert werden. Der Vorteil liegt darin, dass durch die gezielte zyklische Kombination verschiedenster Schweißpro-

zessphasen der Wärmehaushalt, insbesondere die Wärmeeinbringung in das Werkstück, geregelt werden kann. Nach einer Schweißprozessphase aus beispielsweise mehreren Pulsen eines Puls-Schweißprozesses kann eine Schweißprozessphase eines Kalt-Metall-Transfer Schweißprozesses folgen, bei dem der Schweißdraht bis zur Kontaktierung mit dem Werkstück, also mit dem Schmelzbad bewegt wird und die Tropfenablöse beim Zurückziehen des Schweißdrahtes aus dem Schmelzbad erfolgt. Somit wird in dieser Kalt-Metall-Transfer-Schweißphase wesentlich weniger Energie und somit eine geringere Schweißtemperatur in das Werkstück, also in das Schmelzbad eingebracht, als während der vorhergehenden Puls-Schweißphase. Durch den Aufbau des Schweißprozesses aus unterschiedlichen Schweißprozessphasen, welche zyklisch kombiniert bzw. abgewechselt werden, kann der Wärmehaushalt, insbesondere die Wärmeeinbringung in das Werkstück, gesteuert bzw. geregelt werden. Durch eine geringere Wärmeeinbringung in das Werkstück, insbesondere in zu verschweißende Bleche, kann z.B. der Verzug des Werkstückes wesentlich verringert werden. Ein weiterer Vorteil liegt darin, dass durch die über die Schweißanlage einstellbare Wärmeeinbringung eine optimale Anpassung des Schweißprozesses an die Werkstückanforderungen vom Benutzer getroffen werden kann.

Dabei sind die unterschiedlichen Schweißprozessphasen während des Schweißprozesses insbesondere durch zumindest eine Schweißprozessphase mit hoher Energieeinbringung und eine Schweißprozessphase mit niedrigerer Energieeinbringung gebildet, welche zyklisch kombiniert werden. Somit kann der Wärmehaushalt gezielt gesteuert werden.

Von Vorteil sind aber auch die Ausgestaltungen nach den Ansprüchen 3 bis 5, bei welchen die Phasen des Schweißprozesses aus handelsüblichen Schweißprozessen aufgebaut werden und durch die Anwendung einer speziellen Schweißprozessphase mit geringer Energie- und Wärmeeinbringung eine einfache Steuerung des Wärmehaushalts möglich ist.

Es sind aber auch die Ausgestaltungen nach den Ansprüchen 6 bis 8 von Vorteil, da durch die Anwendung einer Kalt-Metall-Transfer-Schweißphase die Wärmeeinbringung in das Werkstück wesent-

lich gesenkt werden kann.

Der Vorteil der Ausgestaltung nach den Ansprüchen 9 und 10 liegt darin, dass das Verhältnis der verschiedenen Schweißprozessphasen des erfindungsgemäßen Schweißverfahrens, also die Dauer einer Schweißphase und/oder die Anzahl der Pulse in einer Schweißphase, je nach benötigter Wärmeeinbringung von der Steuervorrichtung automatisiert verändert werden kann. Beispielsweise kann bei größerer Blechdicke des Werkstückes das Verhältnis so verändert werden, dass die Schweißprozessphase mit höherer Energieeinbringung im Vergleich zu einem Werkstück mit geringerer Dicke entsprechend höher eingestellt ist.

Es ist aber auch eine Ausgestaltung nach den Ansprüchen 11 bis 13 von Vorteil, da dadurch vom Benutzer eine direkte Einstellung des Wärmehaushaltes für den Schweißprozess ermöglicht wird.

Von Vorteil ist aber auch eine Ausgestaltung nach Anspruch 14, da ein aus dem Stand der Technik bekanntes Verfahren das so genannte „Lift-Arc-Prinzip“ zum Starten des Schweißprozesses, also zum Zünden des Lichtbogens, verwendet wird. Bei dieser Kontaktzündung wird der Schweißdraht auf das Werkstück aufgesetzt und danach unter Zuschaltung des Schweißstromes leicht abgehoben, wodurch der Lichtbogen gezündet wird.

Durch die Varianten gemäß Anspruch 15 kann in einfacher Form eine Stabilisierung des Lichtbogens geschaffen werden.

Der Vorteil der Ausgestaltung nach Anspruch 16 liegt darin, dass dadurch während der Kalt-Metall-Transfer-Schweißphase eine Abkühlung des Werkstückes erreicht wird und somit über die gesamte Zeitdauer des Schweißverfahrens die Wärmeeinbringung in das Werkstück wesentlich verringert wird.

Von Vorteil ist aber auch eine Ausgestaltung nach Anspruch 17, da dadurch der Schweißprozess wesentlich beschleunigt werden kann. Beispielsweise ist auf diese Weise eine Ausführung ohne wesentliche zeitliche Verzögerung in einer Grundstromphase bei einem Pulsschweißprozess möglich.

Weiters wird die Aufgabe der Erfindung auch durch ein oben genanntes Schweißgerät gelöst, wobei an der Ein- und/oder Ausgabevorrichtung des Schweißgerätes und/oder einem Fernregler zumindest ein Parameter für den Wärmehaushalt oder die Wärmeeinbringung in das zu bearbeitende Werkstück auswählbar und/oder ein Einstellorgan zur Einstellung des Wärmehaushalts bzw. der Wärmeeinbringung in das zu bearbeitende Werkstück über eine zyklische Kombination zumindest zweier Schweißprozessphasen mit unterschiedlicher Energieeinbringung angeordnet ist.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen sind in den Ansprüchen 19 bis 29 beschrieben. Die sich daraus ergebenden Vorteile können aus der Beschreibung bzw. aus den zuvor beschriebenen Ansprüchen 1 bis 17 entnommen werden.

Die vorliegende Erfindung wird anhand der beigefügten Zeichnungen näher erläutert.

Darin zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung einer Schweißmaschine bzw. eines Schweißgerätes;

Fig. 2 den zeitlichen Verlauf der Schweißspannung eines Beispiels eines erfindungsgemäßen Schweißprozesses;

Fig. 3 den zeitlichen Verlauf des Schweißstromes zur Schweißspannung gemäß Fig. 2;

Fig. 4 den zeitlichen Verlauf der Geschwindigkeit  $V$  des Schweißdrahtes entsprechend dem Verlauf der Schweißspannung gemäß Fig. 2;

Fig. 5 die schematische Position des Schweißdrahtes in Bezug zum Werkstück in Abhängigkeit der Zeit  $t$  entsprechend der Schweißspannung gemäß Fig. 2;

Fig. 6 den zeitlichen Verlauf der Schweißspannung  $U$  bei einer weiteren Ausführung eines Schweißprozesses;

Fig. 7 den zugehörigen zeitlichen Verlauf des Schweißstromes I;

Fig. 8 den zugehörigen zeitlichen Verlauf der Schweißdrahtgeschwindigkeit;

Fig. 9 die zugehörige schematische Position des Schweißdrahtes in Bezug zum Werkstück in Abhängigkeit der Zeit; und

Fig. 10 die Ein- und/oder Ausgabevorrichtung eines erfindungsgemäßen Schweißgerätes.

In Fig. 1 ist ein Schweißgerät 1 bzw. eine Schweißanlage für verschiedenste Prozesse bzw. Verfahren, wie z.B. MIG/MAG-Schweißen bzw. WIG/TIG-Schweißen oder Elektroden-Schweißverfahren, Doppeldraht/Tandem-Schweißverfahren, Plasma- oder Lötverfahren usw., gezeigt.

Das Schweißgerät 1 umfasst eine Stromquelle 2 mit einem Leistungsteil 3, einer Steuervorrichtung 4 und einem dem Leistungsteil 3 bzw. der Steuervorrichtung 4 zugeordneten Umschaltglied 5. Das Umschaltglied 5 bzw. die Steuervorrichtung 4 ist mit einem Steuerventil 6 verbunden, welches in einer Versorgungsleitung 7 für ein Gas 8, insbesondere ein Schutzgas, wie beispielsweise CO<sub>2</sub>, Helium oder Argon und dgl., zwischen einem Gasspeicher 9 und einem Schweißbrenner 10 bzw. einem Brenner angeordnet ist.

Zudem kann über die Steuervorrichtung 4 noch ein Drahtvorschubgerät 11, welches für das MIG/MAG-Schweißen üblich ist, angesteuert werden, wobei über eine Versorgungsleitung 12 ein Zusatzwerkstoff bzw. ein Schweißdraht 13 von einer Vorratstrommel 14 bzw. einer Drahtrolle in den Bereich des Schweißbrenners 10 zugeführt wird. Selbstverständlich ist es möglich, dass das Drahtvorschubgerät 11, wie es aus dem Stand der Technik bekannt ist, im Schweißgerät 1, insbesondere im Grundgehäuse, integriert ist und nicht, wie in Fig. 1 dargestellt, als Zusatzgerät ausgebildet ist.

Es ist auch möglich, dass das Drahtvorschubgerät 11 den Schweißdraht 13 bzw. den Zusatzwerkstoff außerhalb des Schweißbrenners 10 an die Prozessstelle zuführt, wobei hierzu im Schweißbrenner

10 bevorzugt eine nicht abschmelzende Elektrode angeordnet ist, wie dies beim WIG/TIG-Schweißen üblich ist.

Der Strom zum Aufbauen eines Lichtbogens 15, insbesondere eines Arbeitslichtbogens, zwischen der Elektrode und einem Werkstück 16 wird über eine Schweißleitung 17 vom Leistungsteil 3 der Stromquelle 2 dem Brenner 10, insbesondere der Elektrode, zugeführt, wobei das zu verschweißende Werkstück 16, welches aus mehreren Teilen gebildet ist, über eine weitere Schweißleitung 18 ebenfalls mit dem Schweißgerät 1, insbesondere mit der Stromquelle 2, verbunden ist und somit über den Lichtbogen 15 bzw. den gebildeten Plasmastrahl für einen Prozess ein Stromkreis aufgebaut werden kann.

Zum Kühlen des Schweißbrenners 10 kann über einen Kühlkreislauf 19 der Schweißbrenner 10 unter Zwischenschaltung eines Strömungswächters 20 mit einem Flüssigkeitsbehälter, insbesondere einem Wasserbehälter 21, verbunden werden, wodurch bei der Inbetriebnahme des Schweißbrenners 10 der Kühlkreislauf 19, insbesondere eine für die im Wasserbehälter 21 angeordnete Flüssigkeit verwendete Flüssigkeitspumpe, gestartet wird und somit eine Kühlung des Schweißbrenners 10 bewirkt werden kann.

Das Schweißgerät 1 weist des weiteren eine Ein- und/oder Ausgabevorrichtung 22 auf, über welche die unterschiedlichsten Schweißparameter, Betriebsarten oder Schweißprogramme des Schweißgerätes 1 eingestellt bzw. aufgerufen werden können. Dabei werden die über die Ein- und/oder Ausgabevorrichtung 22 eingestellten Schweißparameter, Betriebsarten oder Schweißprogramme an die Steuervorrichtung 4 weitergeleitet und von dieser werden anschließend die einzelnen Komponenten der Schweißanlage bzw. des Schweißgerätes 1 angesteuert bzw. entsprechende Sollwerte für die Regelung oder Steuerung vorgegeben.

Des weiteren ist in dem dargestellten Ausführungsbeispiel der Schweißbrenner 10 über ein Schlauchpaket 23 mit dem Schweißgerät 1 bzw. der Schweißanlage verbunden. In dem Schlauchpaket 23 sind die einzelnen Leitungen vom Schweißgerät 1 zum Schweißbrenner 10 angeordnet. Das Schlauchpaket 23 wird über eine Kupplungsvorrichtung 24 mit dem Schweißbrenner 10 verbunden, wogegen die

einzelnen Leitungen im Schlauchpaket 23 mit den einzelnen Kontakten des Schweißgerätes 1 über Anschlussbuchsen bzw. Steckverbindungen verbunden sind. Damit eine entsprechende Zugentlastung des Schlauchpaketes 23 gewährleistet ist, ist das Schlauchpaket 23 über eine Zugentlastungsvorrichtung 25 mit einem Gehäuse 26, insbesondere mit dem Grundgehäuse des Schweißgerätes 1, verbunden. Selbstverständlich ist es möglich, dass die Kupplungsvorrichtung 24 auch für die Verbindung am Schweißgerät 1 eingesetzt werden kann.

Grundsätzlich ist zu erwähnen, dass für die unterschiedlichen Schweißverfahren bzw. Schweißgeräte 1, wie beispielsweise WIG-Geräte oder MIG/MAG-Geräte oder Plasmageräte nicht alle zuvor benannten Komponenten verwendet bzw. eingesetzt werden müssen. Beispielsweise ist es auch möglich, dass der Schweißbrenner 10 als luftgekühlter Schweißbrenner 10 ausgeführt wird.

In den Figuren 2 bis 5 ist ein Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Schweißprozesses schematisch dargestellt, welcher aus einer zyklischen Kombination bzw. Abwechslung einer üblichen Schweißprozessphase, insbesondere einer Pulsstromphase, mit einer Kalt-Metall-Transfer-Phase gebildet ist. Während der Kalt-Metall-Transfer-Phase erfolgt ebenso eine Tropfenablöse vom Schweißdraht 13. Dabei zeigt Fig. 2 den zeitlichen Verlauf der Schweißspannung  $U$ , Fig. 3 den zeitlichen Verlauf des Schweißstromes  $I$ , Fig. 4 den zeitlichen Verlauf der Geschwindigkeit  $V$  des Schweißdrahtes 13, und Fig. 5 die schematische Position des Schweißdrahtes 13 in Bezug zum Werkstück 16 in Abhängigkeit der Zeit  $t$ .

Der Startvorgang des erfindungsgemäßen Schweißprozesses zum Zünden eines Lichtbogens 15 wird beispielsweise in Form des so genannten Lift-Arc-Prinzips 26a durchgeführt. Hierbei wird beim Start des Zündvorgangs der Schweißdraht 13 in Richtung Werkstück 16 bewegt und gleichzeitig ein begrenzt erhöhter Schweißstrom  $I$  angelegt, um eine Anschmelzung des Schweißdrahtes 13 am Werkstück 16 bei der erstmaligen Kontaktierung zu verhindern. Bei der erstmaligen Kontaktierung, also bei einem Kurzschluss, wird der Schweißstrom  $I$  beispielsweise nochmals erhöht, wobei wiederum ein Anschmelzen des Schweißdrahtes 13 verhindert wird. Bei



der Rückwärtsbewegung des Schweißdrahtes 13 wird beim Abheben vom Werkstück 16 ein Lichtbogen 15 erzeugt und der Schweißdraht 13 wird auf einen vorgegebenen Abstand zum Werkstück 16 bewegt, wobei wiederum eine Richtungsumkehr der Drahtförderung vorgenommen wird.

Nach dem Zünden des Lichtbogens 15 ist es auch möglich, dass vor dem eigentlichen Schweißprozess eine erste kurze Prozessphase 26b mit erhöhter Energieeinbringung über eine definierte Zeitdauer und anschließend der aus zyklisch kombinierten Schweißprozessphasen aufgebaute Schweißprozess durchgeführt wird. Dies hat den Vorteil, dass durch diese kurze Prozessphase 26b mit hoher Energieeinbringung eine Stabilisierung des Lichtbogens 15 geschaffen wird. Des weiteren wird der Schweißdraht 13 durch den Zündprozess erwärmt und dadurch kann der nachfolgende Schweißprozess mit vorerwärmtem Schweißdraht 13 beginnen, wodurch die Schweißqualität wesentlich verbessert wird.

Wesentlich bei dem erfindungsgemäßen Schweißprozess ist, dass durch das zyklische Kombinieren mindestens zweier unterschiedlicher Schweißprozessphasen mit unterschiedlichen Werkstoffübergängen und/oder Lichtbogenarten der Wärmehaushalt, insbesondere die Wärmeeinbringung in ein Werkstück 16, beeinflusst bzw. gesteuert wird. Bei dem Schweißprozess wird eine Schweißprozessphase mit hoher Energieeinbringung mit einer Schweißprozessphase mit geringer Energieeinbringung, insbesondere einer Kalt-Metall-Transfer-Phase abgewechselt, um den Wärmehaushalt des Werkstückes 16 gezielt zu steuern und zu beeinflussen.

Bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel des Schweißprozesses gemäß den Figuren 2 bis 5 wird eine Puls-Stromphase 27 mit einer Kalt-Metall-Transfer-Phase 28 zyklisch kombiniert. Auf eine detaillierte Beschreibung der Pulsstromphase 27 wird verzichtet, da diese bereits aus dem Stand der Technik bekannt ist. Lediglich wird erwähnt, dass die Pulsstromphase 27 durch Anlegen eines Stromimpulses eine Tropfenablöse vom Schweißdraht 13 durchführt und anschließend in die Grundstromphase 35 übergeht. Speziell beim Einsatz der zyklischen Kombination der Pulsstromphase 27 mit der Kalt-Metall-Transfer-Phase 28 ist es möglich, dass die Kalt-Metall-Transfer-Phase 28 in der Grundstromphase 35

der Pulsstromphase 27 durchgeführt wird, d.h., dass nach der Tropfenablöse durch die Pulsstromphase 27 der Schweißstrom I abgesenkt wird und in die Grundstromphase 35 übergeht, worauf nunmehr in der Grundstromphase 35 die Kalt-Metall-Transfer-Phase 28 durchgeführt wird und daraufhin wiederum in die Pulsstromphase 27 übergegangen wird.

Wie anschließend anhand der Fig. 6 bis 9 näher beschrieben, ist es möglich, dass die zyklische Kombination der unterschiedlichen Schweißprozessphasen durch mehrere aufeinanderfolgende gleiche Schweißprozessphasen eines Schweißprozesses, beispielsweise der Pulsstromphase, durchgeführt werden und erst zu einem vorgegebenen Zeitpunkt die zumindest eine weitere Schweißprozessphase, beispielsweise die Kalt-Metall-Transferphase 28, ein oder mehrere Male hintereinander durchgeführt wird.

Während der Kalt-Metall-Transfer-Phase 28 wird der Schweißdraht 13 von einer Ausgangsposition, also einem Abstand 30, in Richtung des Werkstückes 16 bewegt, wie dies ab einem Zeitpunkt 29 ersichtlich ist. Der Schweißdraht 13 wird bis zur Berührung mit dem Werkstück 16 zum Zeitpunkt 31 in Richtung Werkstück 16 bewegt. Nach Bildung eines Kurzschlusses wird die Drahtförderung umgekehrt und der Schweißdraht 13 bis zu dem vordefinierten Abstand 30, also bevorzugt wiederum in die Ausgangsposition, vom Werkstück 16 wegbewegt. Um eine Tropfenbildung bzw. ein Anschmelzen des Schweißdrahtendes während der Kalt-Metall-Transfer-Phase 28 durch die Durchführung des Prozesses während der Grundstromphase 35 beim Puls-Schweißprozess zu erreichen, wird während der Vorwärtsbewegung des Schweißdrahtes 13 in Richtung des Werkstückes 16 der Schweißstrom I gegenüber dem Grundstrom der Grundstromphase 35 verändert, insbesondere erhöht, wie dies zum Zeitpunkt 29 ersichtlich ist. Bei einer Abwechslung der Kalt-Metall-Transfer-Phase 28 mit einer anderen Schweißprozessphase wird der Strom I derart geregelt, dass bei der Vorwärtsbewegung des Schweißdrahtes 13 eine Anschmelzung stattfindet. Aufgrund des Eintauchens des Schweißdrahtes 13 in das Schmelzbad und der folgenden Rückwärtsbewegung des Schweißdrahtes 13 wird der Tropfen 32 bzw. das angeschmolzene Material vom Schweißdraht 13 abgelöst (nicht dargestellt). Hierbei ist es selbstverständlich auch möglich, dass zur Unterstützung der Tropfenablöse eine

impulsartige Erhöhung des Schweißstromes I durchgeführt wird.

Weiters ist es möglich, dass während der Kalt-Metall-Transfer-Phase 28 die Drahtvorschubgeschwindigkeit V verändert, insbesondere erhöht, wird, um eine schnellere Durchführung des Schweißprozesses in der Kalt-Metall-Transfer-Phase 28 zu gewährleisten.

Der Ablauf des Schweißprozesses erfolgt beim dargestellten Ausführungsbeispiel entsprechend den Fig. 2 bis 5 zusammengefasst derartig, dass zu einem Zeitpunkt 33, also nach dem Startvorgang, die Pulsstromphase 27 eingeleitet wird, also der Schweißstrom I erhöht wird, um eine Tropfenbildung am Schweißdrahtende zu erhalten. Der Schweißstrom I wird lange genug aufrecht erhalten, um ein Ablösen des Tropfens 32 vom Schweißdraht 13 zu gewährleisten. Selbstverständlich ist es auch möglich, durch einen kurzen höheren Stromimpuls I den Tropfen 32 vom Schweißdraht 13 abzulösen. Nach Beendigung der Pulsstromphase 27 entsprechend dem Zeitpunkt 34 wird in der Grundstromphase 35 der Schweißstrom I auf einen Grundwert 36 abgesenkt, wodurch der Lichtbogen 15 aufrecht erhalten bleibt. Anschließend wird nach Ablauf einer voreinstellbaren Zeitdauer in der Grundstromphase 35 die Kalt-Metall-Transfer-Phase 28 eingeleitet. Nach Abschluss der Kalt-Metall-Transfer-Phase 28, wird die Grundstromphase 35 bevorzugt über eine vorgegebene Zeitdauer weiter aufrecht erhalten, worauf anschließend wiederum eine Pulsstromphase 27 eingeleitet wird und eine zyklische Wiederholung der beiden Schweißprozessphasen durchgeführt wird.

Durch die kombinierten Schweißprozessphasen kann wesentlich Einfluss auf den Wärmehaushalt genommen werden. Dies erfolgt dadurch, dass die Energie des Impulses, insbesondere der Schweißstrom I, während der Kalt-Metall-Transfer-Phase 28 geringer ist, als die Energie des Impulses, insbesondere der Schweißstrom I, während der Pulsstromphase 27. Speziell wird somit während der Kalt-Metall-Transfer-Phase 28 ein sehr kalter Werkstoffübergang erzielt, da die Tropfenablöse mit sehr geringem Strom I, der lediglich zum Wiederzünden des Lichtbogens 15 notwendig ist, erfolgt, so dass nur geringfügige Wärme in das Werkstück 16 eingebracht wird. Damit kann nunmehr eine entsprechende Abkühlung am Werkstück 16 realisiert werden, so dass eine Steuerung bzw.

Regelung des Wärmehaushalts bzw. der Wärmeeinbringung in das Werkstück 16 ermöglicht wird.

Ein weiteres Ausführungsbeispiel wird anhand der Fig. 6 bis 9 beschrieben. Bei diesem Schweißprozess folgen auf drei aufeinander folgende Pulsstromphasen 27 drei aufeinander folgende Kalt-Metall-Transfer-Phasen 28. Daraus ist nunmehr ersichtlich, dass mehrere gleiche Schweißprozessphasen eines Schweißprozesses hintereinander durchgeführt werden können, worauf eine oder mehrere Schweißprozessphasen eines weiteren unterschiedlichen Schweißprozesses durchgeführt werden, wobei sich der Vorgang zyklisch wiederholt.

Grundsätzlich ist es auch möglich, dass durch Erfassen der Temperatur des Werkstückes 16 und durch Vorgabe einer definierten Wärmeeinbringung am Schweißgerät 1 eine automatische Umschaltung von einer auf die weitere Schweißprozessphase zur Regelung des Wärmehaushalts erfolgen kann, d.h., dass an die Steuervorrichtung 4 des Schweißgerätes 1 die Temperatur des Werkstückes 16 geleitet wird, worauf von dieser festgelegt wird, ob eine Umschaltung auf die Kalt-Metall-Transfer-Phase zur Abkühlung des Werkstückes 16 erfolgen soll.

Bei dem Ausführungsbeispiel gemäß den Fig. 6 bis 9 wird nunmehr zu einem Zeitpunkt 37 die Pulsstromphase 27 durch Erhöhung des Schweißstromes I gestartet. Durch die Erhöhung wird eine Tropfenbildung am Schweißdrahtende erreicht. Nach einer bestimmten, definierten Zeit (Zeitpunkt 38) löst sich der Tropfen 32 vom Schweißdraht 13 ab, danach ist die Pulsstromphase 27 beendet, und eine Grundstromphase 35 beginnt. In der Grundstromphase 35 ist der Schweißstrom I auf einen Grundwert 36 abgesenkt, um den Lichtbogen 15 aufrecht zu erhalten. Nach drei aufeinander folgenden Pulsstromphasen 27 und Grundstromphasen 35 wird zu einem Zeitpunkt 39 die Kalt-Metall-Transfer-Phase 28 gestartet und der Schweißstrom I begrenzt erhöht. Der Schweißdraht 13 wird nunmehr in Richtung des Werkstückes 16 bis zur Kontaktierung mit dem Werkstück 16, also bis zu einem Kurzschluss, bewegt. Die Tropfenablösung erfolgt nunmehr derartig, dass bei der Rückwärtsbewegung des Schweißdrahtes 13, also nach dem Auftritt des Kurzschlusses, der Tropfen 32 am Schweißdrahtende aufgrund der Ober-

flächenspannung des Schmelzbades abgezogen wird, also der Tropfen 32 durch die Rückwärtsbewegung des Schweißdrahtes 13 von diesem regelrecht heruntergezogen wird. Hierbei ist es selbstverständlich möglich, dass zur Unterstützung der Tropfenablöse eine Erhöhung, insbesondere eine impulsartige Erhöhung des Schweißstromes I durchgeführt werden kann. Nach der Tropfenablösung wird der Schweißdraht 13 wieder zurück zur Ausgangsposition, also bis auf den Abstand 30 zurückbewegt, wobei aufgrund einer geringen Strombeaufschlagung nach dem Lösen des Tropfens 32 bzw. dem Abheben des Schweißdrahtes 13 vom Werkstück 16 eine automatische Zündung des Lichtbogens 15 erfolgt. Bei diesem Ausführungsbeispiel erfolgen, wie oben schon beschrieben, drei Kalt-Metall-Transfer-Phasen 28 hintereinander, wodurch wesentlich weniger Wärme in dieser Zeitspanne in das Werkstück 16 eingebracht wird und somit der Wärmehaushalt während der Schweißung beeinflusst werden kann. Dadurch wird das Werkstück 16 geringeren Spannungen ausgesetzt und somit auch der Verzug des Werkstückes 16 wesentlich verringert.

Eine spezielle Ausbildung eines Schweißgerätes 1 zur Anwendung bzw. Einstellung für einen aus zumindest zwei unterschiedlichen Phasen aufgebauten Schweißprozess ist nachstehend anhand Fig. 10 beschrieben. Das Schweißgerät 1 besteht aus einer Schweißstromquelle bzw. Stromquelle 2, einer Steuervorrichtung 4 und einem Schweißbrenner 10. Über eine Ein- und/oder Ausgabevorrichtung 40 sind am Schweißgerät 1 oder über einen Fernregler die unterschiedlichen Schweißparameter einstellbar. An dieser Ein- und/oder Ausgabevorrichtung 40 des Schweißgerätes und/oder einem Fernregler kann zumindest ein Parameter für den Wärmehaushalt oder die Wärmeeinbringung in das zu bearbeitende Werkstück ausgewählt werden und/oder ein Einstellorgan zur Einstellung des Wärmehaushalts bzw. der Wärmeeinbringung in das zu bearbeitende Werkstück über eine zyklische Kombination zumindest zweier Schweißprozessphasen angeordnet sein. Die eingestellten Parameter werden an die Steuervorrichtung 4 des Schweißgerätes 1 weitergeleitet und von dieser ein entsprechender Schweißprozess gesteuert bzw. geregelt. In der Ein- und/oder Ausgabevorrichtung 40 können die unterschiedlichsten Parameter für den Schweißprozess, wie beispielsweise der Schweißstrom I und/oder die Schweißspannung U und/oder die Drahtfördergeschwindigkeit V

und/oder ein Schweißparameter für die Wärmeeinbringung und/oder das Material der zu verschweißenden Werkstücke 16 und/oder das Material des Schweißdrahtes 13 und/oder das verwendete Schweißgas eingestellt werden. Darüber hinaus sind Auswahl- oder Einstellorgane 46 zur Einstellung der Parameter zumindest zweier während des Schweißprozesses zyklisch abwechselnder Schweißprozessphasen zur Einstellung und/oder Regelung bzw. Steuerung des Wärmehaushalts bzw. der Wärmeeinbringung in das zu bearbeitende Werkstück 16 angeordnet. Das Verhältnis der Schweißprozessphasen, also z.B. die Anzahl der Impulse einer Pulsstromphase zu einer Anzahl der Impulse einer Kalt-Metall-Transfer-Phase bzw. die Zeitdauer für die erste Schweißprozessphase zur zweiten Schweißprozessphase, wird durch Einstellen der Parameter auf dem Schweißgerät 1 gesteuert. Somit wird ein wärmeoptimierter Schweißprozess durch einfaches Einstellen bekannter Schweißparameter durchgeführt bzw. gesteuert.

Auf einer Anzeige 41 können die vorgenommenen Einstellungen abgelesen werden. Die Einstellung erfolgt bei der dargestellten Ein- und/oder Ausgabevorrichtung 40 über Auswahl- oder Einstellorgane 46, 47, 48, welche durch Tasten, Drehschalter oder Potentiometer gebildet sein können. Beispielsweise kann mit ersten Tastern 46 die Dicke für den Schweißdraht 13 eingestellt und von der Anzeige 42 die entsprechende Einstellung angezeigt werden. Mit einer zweiten Anordnung von Tasten 46 kann beispielsweise das Material des Schweißdrahtes 13 ausgewählt werden, und über die Anzeige 43 die eingestellte Materialkombination angezeigt werden. Über eine dritte Tastenkombination 46 wird die Art des Schweißprozesses durch Abwechslung verschiedener Schweißprozessphasen eingestellt und auf der Anzeige 44 dargestellt. Schließlich erfolgt über eine weitere Tastenkombination 46 eine Auswahl des Wärmehaushalts, also der Wärmeerbringung, in das Werkstück 16, welche auf der Anzeige 45 dargestellt wird. An der Anzeige 44 können folgende zyklisch abwechselnde Schweißprozessphasen dargestellt sein: Pulsstromphase und Kalt-Metall-Transfer-Phase, Kurzlichtbogenphase und Kalt-Metall-Transfer-Phase, Sprühlichtbogenschweißphase und Kalt-Metall-Transfer-Schweißphase, Pulsstromphase und Sprühlichtbogenschweißphase, und Pulsstromphase und Kurzlichtbogenschweißphase. Natürlich sind weitere Zusammenstellungen von verschiedenen Schweißprozessphasen möglich.

Mit einem Regler 47 kann beispielsweise die Stromstärke I oder die Schweißspannung U, die Drahtvorschubgeschwindigkeit V, usw., individuell verändert werden. Mit einem weiteren Regler 48 kann beispielsweise die Zeitdauer einer ersten Schweißprozessphase, z.B. einer Sprühlichtbogenschweißphase, zu einer zweiten Schweißprozessphase, z.B., einer Kalt-Metall-Transfer-Phase, und/oder die Anzahl der Pulse einer Pulsstromphase vor dem Wechsel zu der Kalt-Metall-Transfer-Phase eingestellt werden. Somit kann der Benutzer festlegen, wie lange die erste und zweite Phase des Schweißprozesses durchgeführt werden soll bzw. wie viele Pulse die jeweilige Schweißprozessphase durchführt, bevor auf die weitere Schweißprozessphase gewechselt wird. Somit kann die Zeitdauer bzw. die Anzahl der Pulse der Schweißprozessphasen mit hoher Energieeinbringung vor dem Wechsel zu einer Phase mit niedriger Energieeinbringung frei eingestellt werden.

Eine Einstellung des Wärmehaushalts bzw. der Wärmeeinbringung in das Werkstück 16 kann aber auch derart erfolgen, dass der Benutzer einen üblichen Schweißprozess einstellt, und durch zusätzliches Einstellen eines weiteren Parameters, wie der an der Anzeige 45 dargestellten und über Tasten 46 auswählbaren Wärmeeinbringung, den Wärmehaushalt festlegen. Hierbei kann der Benutzer durch Auswahl an der Anzeige 45 in einfacher Form festlegen, ob beispielsweise eine niedrige, mittlere oder hohe Wärmeeinbringung stattfinden soll, so dass von der Steuervorrichtung 4 eine entsprechende Steuerung bzw. Regelung vorgenommen wird. Dabei sind zu den einzelnen Auswahlmöglichkeiten entsprechende Daten bzw. Berechnungsmodelle hinterlegt, so dass eine automatische Festlegung möglich ist.

Es ist aber auch möglich, dass beispielsweise mit dem Regler 48 die prozentuell gewünschte Wärmeeinbringung ins Werkstück 16 geregelt wird. Die Steuervorrichtung 4 regelt das Verhältnis der Phasen mit niedriger Energieeinbringung zu den Phasen mit hoher Energieeinbringung. Am Regler 48 kann eine entsprechende Skalierung vorhanden sein, wodurch der Benutzer durch einfache Auswahl die Wärmeeinbringung einstellen kann. Somit regelt die Steuervorrichtung 4 das Verhältnis des Schweißverfahrens mit niedriger Energieeinbringung zu dem bzw. den Schweißverfahren mit hoher

Energieeinbringung.

Des weiteren kann die Zeitdauer der einzelnen Schweißphasen in Abhängigkeit von der Schweißstromhöhe  $I$ , insbesondere direktproportional zum Schweißstrom bzw. zur eingestellten Leistung am Schweißgerät 1 gesteuert werden. Dies kann so erfolgen, dass je nach der an der Ein- und/oder Ausgabevorrichtung 40 eingestellten Leistung bzw. des eingestellten Stromes über den Regler 47 von der Steuervorrichtung 4 das Verhältnis zwischen der Pulsstromphase 27 und der Kalt-Metall-Transfer-Phase 28, verändert wird. Beispielsweise erfolgt dies derartig, dass bei geringer Leistungseinstellung, also geringem Strom, wie beispielsweise 50A, und bei einem aus Pulsstromphasen und Kalt-Metall-Transfer-Phasen gebildeten Schweißprozess eine geringere Anzahl von Pulsstromphasen 27 mit hoher Wärmeeinbringung gegenüber einer höheren Anzahl von Kalt-Metall-Transfer-Phasen 28 durchgeführt werden. Somit wird eine geringere Wärmemenge ins Werkstück 16 eingebracht. Erhöht der Benutzer jedoch die Leistung, also den Strom beispielsweise auf 100A, so wird eine größere Anzahl von Pulsstromphasen 27 gegenüber den Kalt-Metall-Transfer-Phasen 28 durchgeführt, wodurch mehr Wärme in das Werkstück 16 eingebracht wird. Das Verhältnis der einzelnen Phasen des Schweißprozesses kann im Schweißgerät 1 hinterlegt sein, so dass vom Benutzer lediglich eine Leistungseinstellung vorgenommen werden muss, worauf von der Steuervorrichtung 4 das Verhältnis der beiden abwechselnden Schweißprozessphasen festgelegt wird.

Beispielsweise ist es auch möglich, dass in einem im Schweißgerät 1 integrierten Speicher Daten für den jeweiligen Schweißprozess hinterlegt sind und die Steuervorrichtung 4 das Schweißverfahren nach diesen Daten steuert. Somit sind vom Benutzer nur eine geringfügige Anzahl an Einstellungen vor dem Schweißprozess zu treffen, die Steuervorrichtung 4 regelt den Schweißprozess dann selbstständig. Speziell wird dabei der Wärmehaushalt bzw. die Wärmeeinbringung in das Werkstück 16 durch die Materialwahl des Schweißdrahtes 13 und der zu verschweißenden Werkstücke 16 festgelegt. Dabei können für die unterschiedlichsten Materialien für den Schweißdraht 13 und die Werkstücke 16 entsprechende Werte im Speicher hinterlegt sein, so dass von der Steuervorrichtung 4 je nach Materialwahl das Verhältnis der abwechselnden



Phasen des Schweißprozesses festlegt wird. Beispielsweise wird für einen Schweißprozess für Aluminium eine geringere Wärmeeinbringung in das Werkstück 16 benötigt, als dies für einen Stahl-Schweißprozess notwendig ist. Somit sind für Aluminium geringere Werte hinterlegt, als für Stahl.

Natürlich ist es auch möglich, die Auslösung zur Ausführung der Kalt-Metall-Transfer-Phase 28 durch Angabe der Anzahl der Pulse bei der Pulsstromphase 27 oder aber auch durch Vorgabe oder Definition einer Zeitdauer oder durch ein Triggersignal durchzuführen.

Selbstverständlich ist es möglich, dass die einzelnen zuvor beschriebenen Einstellmöglichkeiten untereinander kombiniert werden bzw. mehrere Einstellmöglichkeiten am Schweißgerät 1 vorgesehen sind.

## Patentansprüche

1. Verfahren zum Steuern und/oder Regeln eines Schweißprozesses bzw. einer Schweißstromquelle, mit einer abschmelzenden Elektrode, bei dem nach dem Zünden eines Lichtbogens ein aus mehreren unterschiedlichen Schweißparametern eingestellter Schweißprozess, der von einer Steuervorrichtung gesteuert bzw. geregelt wird, von einer Schweißstromquelle durchgeführt wird, dadurch gekennzeichnet, dass während des Schweißprozesses mindestens zwei unterschiedliche Schweißprozessphasen mit unterschiedlicher Energieeinbringung durch unterschiedliche Werkstoffübergänge und/oder Lichtbogenarten zur Beeinflussung bzw. Steuerung des Wärmehaushalts, insbesondere der Wärmeeinbringung in das zu bearbeitende Werkstück (16) zyklisch kombiniert werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass während des Schweißprozesses zumindest eine Schweißprozessphase mit hoher Energieeinbringung und eine Schweißprozessphase mit niedriger Energieeinbringung zyklisch kombiniert werden.
3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass während des Schweißprozesses als Schweißprozessphase mit hoher Energieeinbringung eine Pulsstromphase (27) und als Schweißprozessphase mit niedriger Energieeinbringung eine Kalt-Metall-Transfer-Phase (28) zyklisch kombiniert werden.
4. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass während des Schweißprozesses als Schweißprozessphase mit hoher Energieeinbringung eine Sprühlichtbogenphase und als Schweißprozessphase mit niedriger Energieeinbringung eine Kalt-Metall-Transfer-Phase zyklisch kombiniert werden.
5. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass während des Schweißprozesses als Schweißprozessphase mit hoher Energieeinbringung eine Sprühlichtbogenphase und als Schweißprozessphase mit niedriger Energieeinbringung eine Kurzschlussphase zyklisch kombiniert werden.
6. Verfahren nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, dass während der Kalt-Metall-Transfer-Phase (28) der Schweiß-

draht (13) in Richtung des Werkstücks (16) bis zur Berührung mit diesem gefördert wird, und anschließend nach der Bildung eines Kurzschlusses die Drahtförderung umgekehrt wird und der Schweißdraht (13) bis zu einem vordefinierten Abstand (30) vom Werkstück (16) zurückgefördert wird.

7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass während der Förderung des Schweißdrahtes (13) in Richtung des Werkstückes (16) der Schweißstrom (I) verändert, insbesondere erhöht wird und dadurch eine Tropfenbildung bzw. ein Anschmelzen des Schweißdrahtendes erreicht wird.

8. Verfahren nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Schweißdraht (13) nach der Berührung des Werkstückes (16) zurückbewegt wird, wodurch der Tropfen (32) bzw. das angeschmolzene Material vom Schweißdraht (13) abgelöst wird.

9. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Dauer der einzelnen Schweißprozessphasen in Abhängigkeit des eingestellten Schweißstromes (I), insbesondere direktproportional zum eingestellten Schweißstrom (I) bzw. einer eingestellten Leistung gesteuert wird.

10. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 2 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass das Verhältnis zwischen der Schweißprozessphase mit hoher Energieeinbringung und der Schweißprozessphase mit niedriger Energieeinbringung in Abhängigkeit des Schweißstromes (I) bzw. einer eingestellten Leistung verändert wird.

11. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 2 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest ein Schweißparameter der Wärmeeinbringung in das zu bearbeitende Werkstück (16) am Schweißgerät (1) ausgewählt bzw. eingestellt wird, wobei je nach ausgewähltem bzw. eingestelltem Wert der Wärmeeinbringung das Verhältnis zwischen der Schweißprozessphase mit hoher Energieeinbringung und der Schweißprozessphase mit niedriger Energieeinbringung automatisch festgelegt und geregelt wird.

12. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 11,

dadurch gekennzeichnet, dass das Verhältnis der zyklisch abwechselnden Schweißprozessphasen in Abhängigkeit der Parameter für den Schweißprozess, wie beispielsweise einem Schweißstrom (I) und/oder einem Parameter für die Wärmeeinbringung und/oder dem Material des zu bearbeitenden Werkstücks (16) und/oder dem Material des Schweißdrahtes (13) und/oder dem verwendeten Schweißgas ermittelt wird.

13. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 3 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Kalt-Metall-Transfer-Phase (28) durch Angabe der Anzahl der Pulse bei der Pulsstromphase (27) oder durch Vorgabe einer Zeitdauer oder durch ein Triggersignal ausgelöst wird.

14. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass der Schweißprozess entsprechend dem so genannten Lift-Arc Prinzip gestartet wird.

15. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass nach der Zündung des Lichtbogens (15) und vor dem zyklischen Abwechseln der zumindest zwei unterschiedlichen Schweißprozessphasen über eine definierte Zeitdauer eine zusätzliche Schweißprozessphase mit hoher Energieeinbringung stattfindet.

16. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 3 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass die Energieeinbringung, insbesondere der Schweißstrom (I) während der Kalt-Metall-Transfer-Phase (28) geringer ist, als die Energieeinbringung, insbesondere der Schweißstrom (I), während der Pulsstromphase (27).

17. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass während der unterschiedlichen Schweißprozessphasen die Drahtvorschubgeschwindigkeit verändert wird.

18. Schweißgerät (1), mit einer Schweißstromquelle (2), einer Steuervorrichtung (4) und einem Schweißbrenner (10), bei dem über eine Ein- und/oder Ausgabevorrichtung (40) am Schweißgerät oder über einen Fernregler die unterschiedlichen Schweißparame-

ter einstellbar sind, dadurch gekennzeichnet, dass an der Ein- und/oder Ausgabevorrichtung (40) des Schweißgerätes und/oder einem Fernregler zumindest ein Parameter für den Wärmehaushalt oder die Wärmeeinbringung in das zu bearbeitende Werkstück (16) auswählbar und/oder ein Einstellorgan zur Einstellung des Wärmehaushalts bzw. der Wärmeeinbringung in das zu bearbeitende Werkstück (16) über eine zyklische Kombination zumindest zweier Schweißprozessphasen mit unterschiedlicher Energieeinbringung angeordnet ist.

19. Schweißgerät nach Anspruch 18, gekennzeichnet durch eine Ausführungsform zur Durchführung des Verfahrens nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 16.

20. Schweißgerät nach Anspruch 18 oder 19, dadurch gekennzeichnet, dass ein weiteres Auswahl- oder Einstellorgan (46) zur Auswahl der zu verwendenden Schweißprozessphasen angeordnet ist.

21. Schweißgerät nach einem der Ansprüche 18 bis 20, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest eine Anzeige (42, 43, 44, 45) zur Darstellung der ausgewählten Schweißparameter und bzw. oder der ausgewählten Schweißprozessphasen, angeordnet ist.

22. Schweißgerät nach einem oder mehreren der Ansprüche 18 bis 21, dadurch gekennzeichnet, dass ein Auswahl- oder Einstellorgan (46) zur Auswahl des Materials des zu bearbeitenden Werkstücks (16) angeordnet ist.

23. Schweißgerät nach einem oder mehreren der Ansprüche 18 bis 22, dadurch gekennzeichnet, dass ein Auswahl- oder Einstellorgan (46) zur Auswahl des Materials des verwendeten Schweißdrahtes (13) angeordnet ist.

24. Schweißgerät nach einem der Ansprüche 18 bis 23, dadurch gekennzeichnet, dass an der Ein- und/oder Ausgabevorrichtung (40) eine zyklische Kombination eines Puls-Schweißprozesses mit einem Kalt-Metall-Transfer-Schweißprozess einstellbar ist.

25. Schweißgerät nach einem der Ansprüche 18 bis 23, dadurch gekennzeichnet, dass an der Ein- und/oder Ausgabevorrichtung (40)

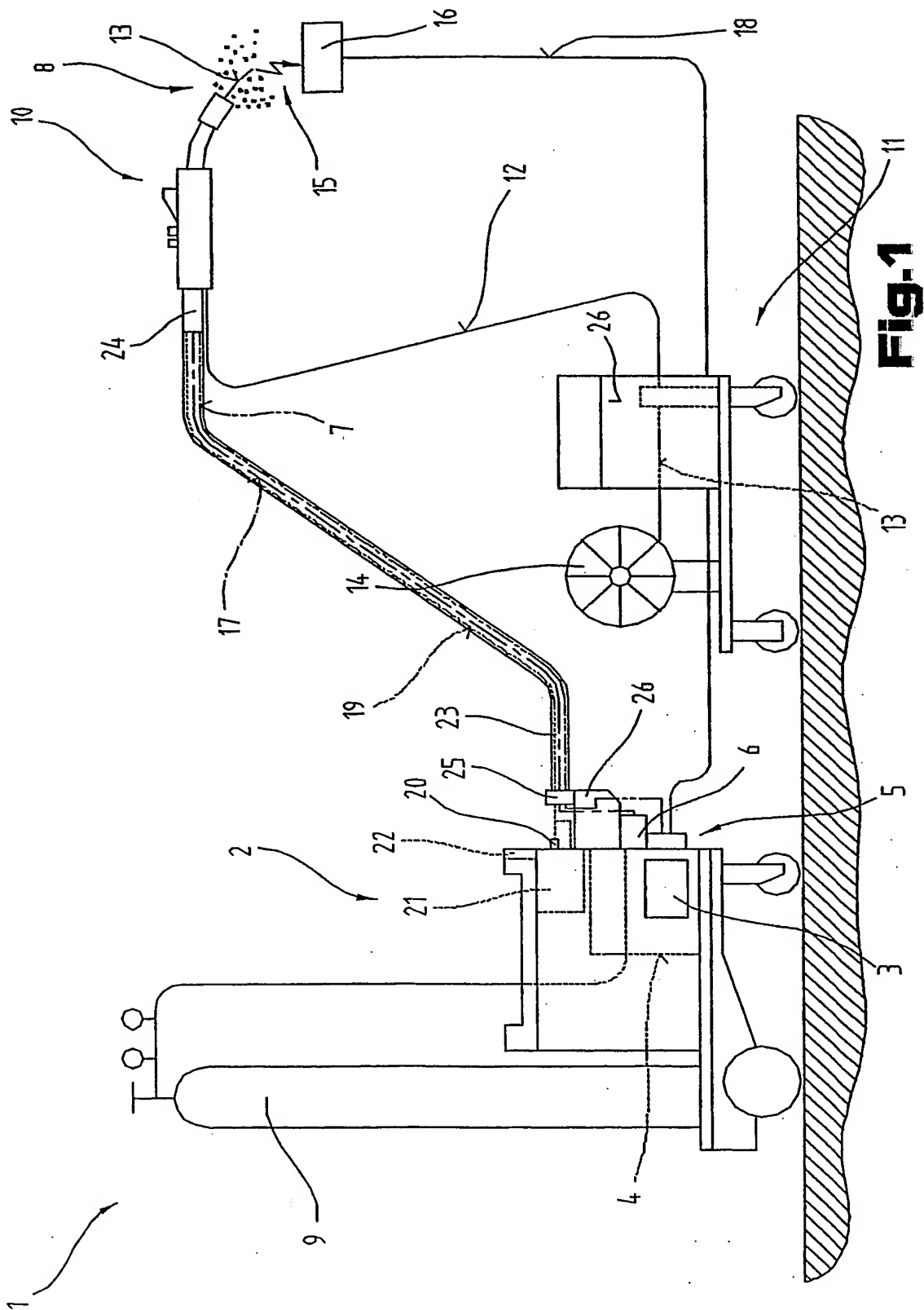
eine zyklische Kombination eines Sprühlichtbogen-Schweißprozesses mit einem Kalt-Metall-Transfer-Schweißprozess einstellbar ist.

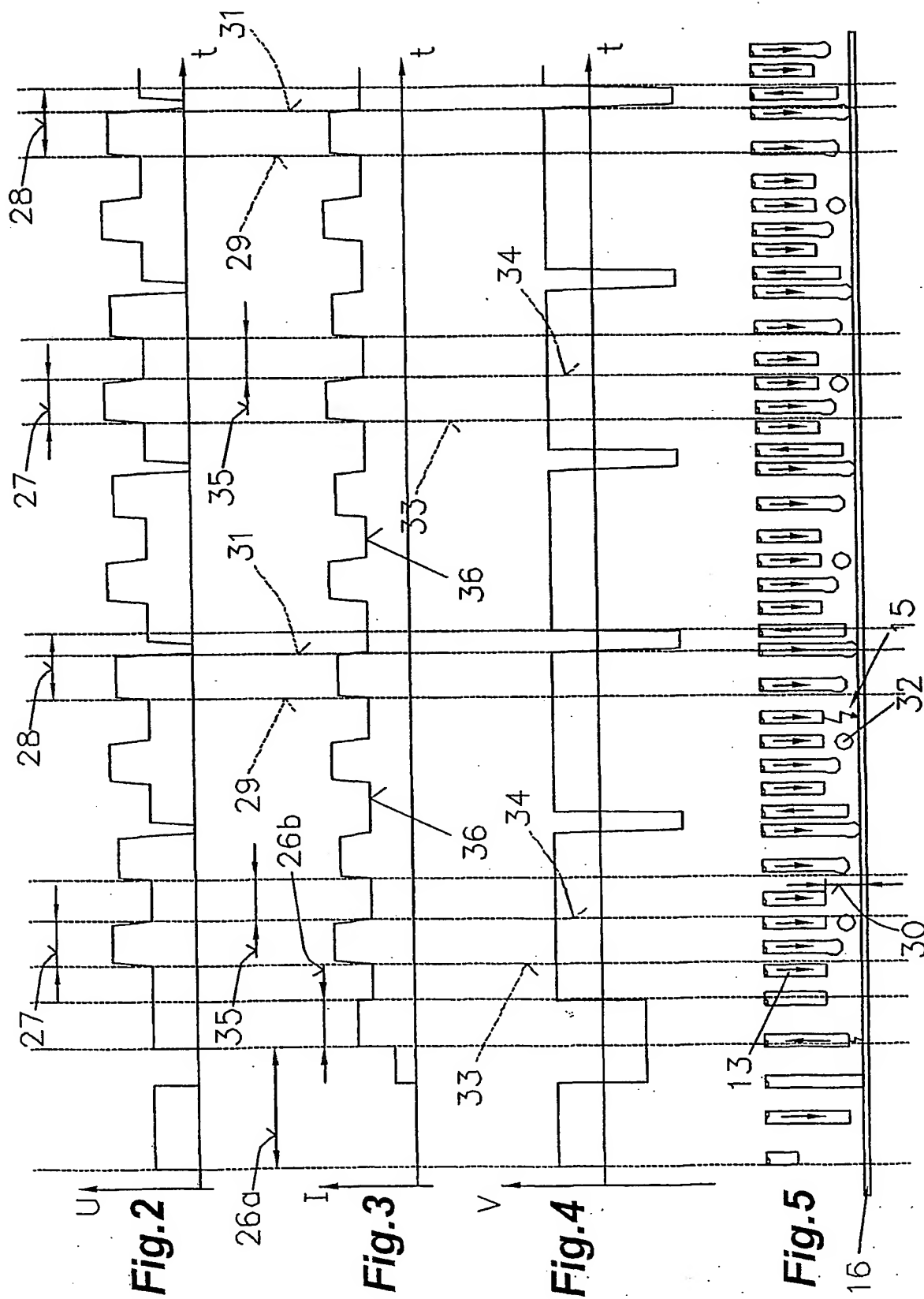
26. Schweißgerät nach einem der Ansprüche 18 bis 23, dadurch gekennzeichnet, dass an der Ein- und/oder Ausgabevorrichtung (40) eine zyklische Kombination eines Sprühkurzschlusslichtbogen-Schweißprozesses mit einem Kalt-Metall-Transfer-Schweißprozess einstellbar ist.

27. Schweißgerät nach einem der Ansprüche 18 bis 23, dadurch gekennzeichnet, dass an der Ein- und/oder Ausgabevorrichtung (40) eine zyklische Kombination eines Puls-Schweißprozesses mit einem Sprühlichtbogen-Schweißprozess einstellbar ist.

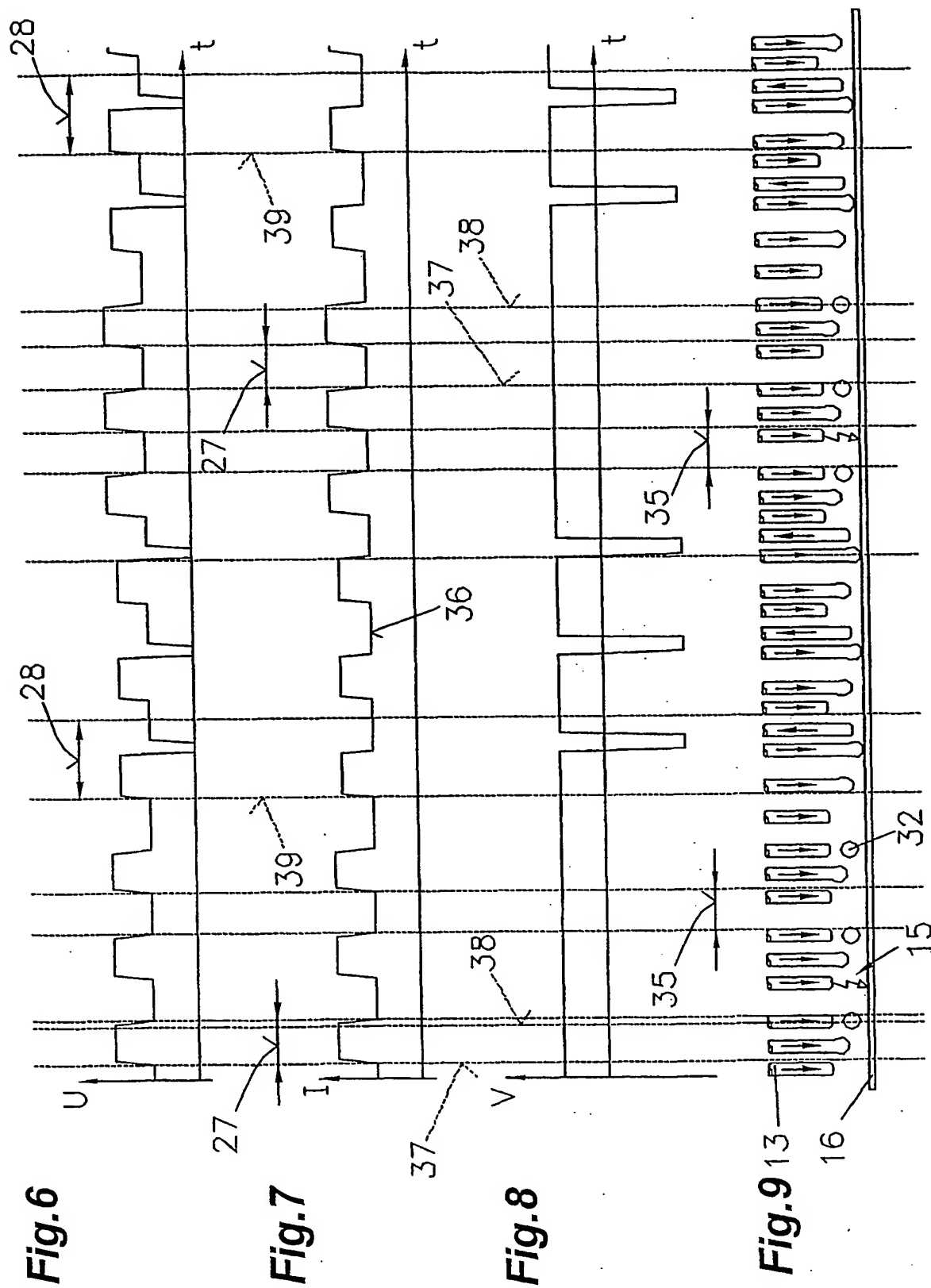
28. Schweißgerät nach einem oder mehreren der Ansprüche 18 bis 27, dadurch gekennzeichnet, dass ein Auswahl- oder Einstellorgan (48) zur Einstellung des Verhältnisses der ausgewählten Schweißprozessphasen, insbesondere der Zeitdauer der jeweiligen Schweißprozessphase angeordnet ist.

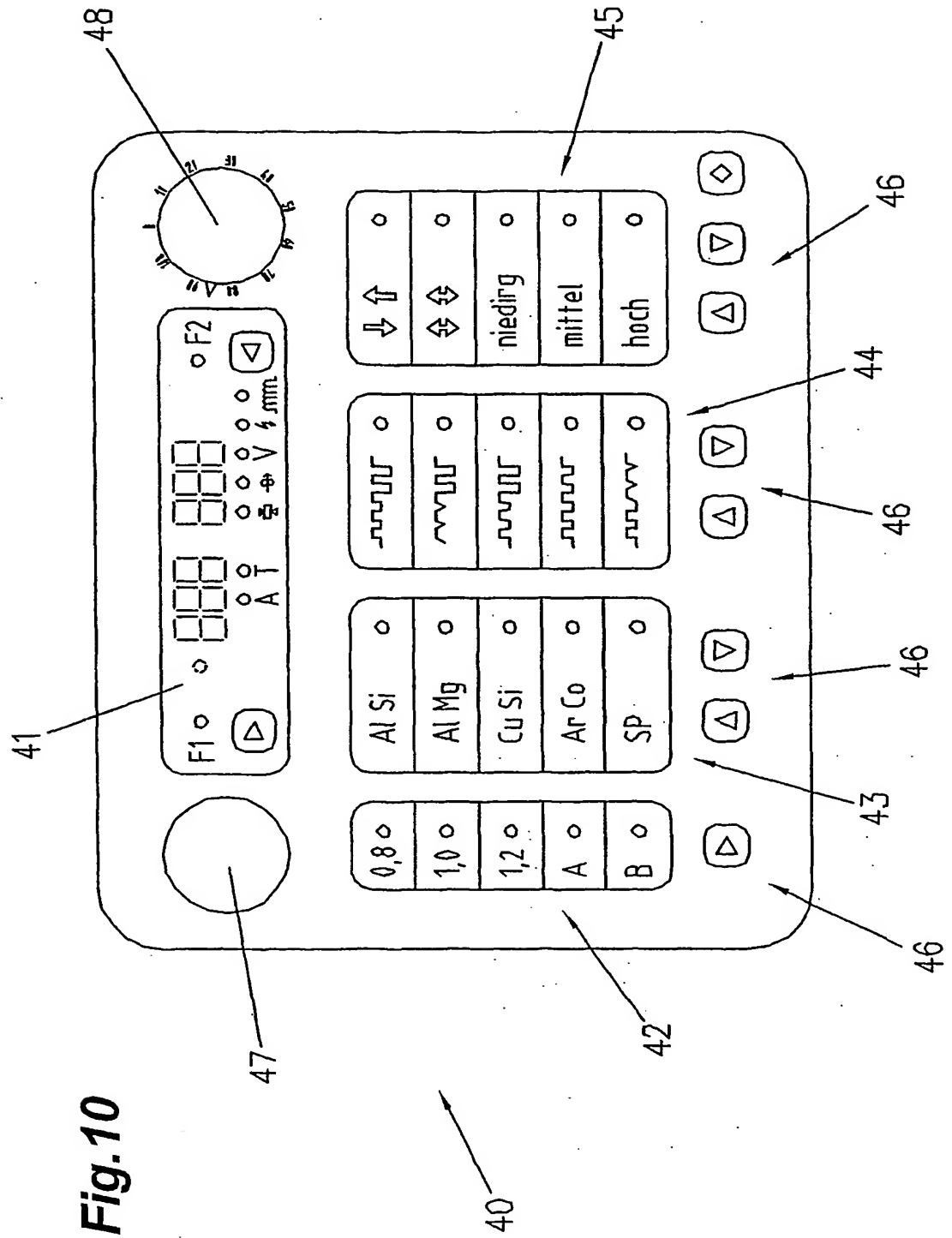
29. Schweißgerät nach einem oder mehreren der Ansprüche 18 bis 28, dadurch gekennzeichnet, dass ein Speicher zur Hinterlegung von Schweißparametereinstellungen angeordnet ist.











## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen  
PCT/AT2004/000363A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
IPK 7 B23K9/09

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
IPK 7 B23K

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	EP 0 478 796 A (DAIHEN CORP) 8. April 1992 (1992-04-08)	1,2, 9-12,14, 15, 17-21, 27,28
Y		22,23,29
A	das ganze Dokument	3-8,13, 16,24-26
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN Bd. 010, Nr. 126 (M-477), 10. Mai 1986 (1986-05-10) & JP 60 255276 A (MITSUBISHI JUKOGYO KK), 16. Dezember 1985 (1985-12-16)	1-5, 9-13, 15-21, 24-26,28
A	das ganze Dokument	6-8,14, 22,23, 27,29
	----- -/--	

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen☒ Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

- \*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
- \*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
- \*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
- \*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
- \*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

\*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

\*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

\*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

\*Z\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

19. Januar 2005

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

31/01/2005

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

De Backer, T

## C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Belr. Anspruch Nr.
X A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN Bd. 1995, Nr. 04, 31. Mai 1995 (1995-05-31) & JP 07 009149 A (MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD), 13. Januar 1995 (1995-01-13) Zusammenfassung	1-3, 9-13,15, 16, 18-21, 24,27,28 4-8,14, 17,22, 23,25,26
X A	----- SCHMIDT K-P: "NEW REGULATION SYSTEM FOR DOUBLE-PULSE GAS-SHIELDED METAL-ARC WELDING" WELDING AND CUTTING, DEUTSCHER VERLAG FUER SCHWEISSTECHNIK, DUSSELDORF, DE, Nr. 3, 2002, Seite 117, XP001161394 das ganze Dokument	1,2, 9-12,14, 15, 17-21,28  3-8,13, 16, 22-27,29
Y	----- DE 42 28 589 A (REHM SCHWEISTECHNIK GMBH) 3. März 1994 (1994-03-03) das ganze Dokument	22,23,29
X A	----- DE 197 38 785 A (LEIPOLD & CO GMBH) 1. April 1999 (1999-04-01)  das ganze Dokument	1-3, 6-11,13, 14, 16-19, 24,28,29 4,5,12, 15, 20-23, 25-27
X A	----- WO 00/64620 A (ARTELSMAIR JOSEF ; FRONIUS SCHWEISSMASCH PROD (AT)) 2. November 2000 (2000-11-02)  das ganze Dokument	1-3, 6-14, 16-20, 24,28,29 4,5,15, 21-23, 25-27
	-----	

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

nationales Aktenzeichen

PCT/AT2004/000363

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
EP 0478796	A	08-04-1992	DE	69130997 D1	22-04-1999
			DE	69130997 T2	02-12-1999
			EP	0478796 A1	08-04-1992
			KR	219813 B1	01-09-1999
			US	5508493 A	16-04-1996
			WO	9116168 A1	31-10-1991
			JP	2993174 B2	20-12-1999
			JP	4333368 A	20-11-1992
			US	5667709 A	16-09-1997
			US	5670071 A	23-09-1997
<hr/>					
JP 60255276	A	16-12-1985	KEINE		
<hr/>					
JP 07009149	A	13-01-1995	JP	3163519 B2	08-05-2001
<hr/>					
DE 4228589	A	03-03-1994	DE	4228589 A1	03-03-1994
<hr/>					
DE 19738785	A	01-04-1999	DE	19738785 A1	01-04-1999
<hr/>					
WO 0064620	A	02-11-2000	AT	409832 B	25-11-2002
			AT	73199 A	15-04-2002
			WO	0064620 A1	02-11-2000
			AU	4274700 A	10-11-2000